

眼科遠隔診療システムにおけるディスプレイ構成方式の効果

堀内 賢一* 相渡 敬太* 小池 伸弥* 郷 健太郎† 柏木 賢治‡ 田邊 直彦‡

山梨大学工学部* 山梨大学大学院医学工学総合研究部† 山梨大学医学部‡

1. はじめに

山梨県における眼科専門医不足は現在、非常に深刻な状態にある。山間部や県境では眼科専門医の過疎化が進み、眼科診療の受けられる施設のない地域も数多く存在している。これらの地域においては眼科医に受診することが困難であるため、重大な疾患の発見が遅れたり、緊急時に適切な診療を受けることができないことが懸念される。このような状況に対して、眼科医不在地域における眼科診療を支援するために、地理的距離を越えて医療サービスを受けることのできる眼科遠隔診療システムの開発が進められている[1]。現在の眼科遠隔診療システムは、できるだけ大きな画面で診療したいという医師側からの要望により、診療用ディスプレイと設定操作作用タッチディスプレイの二つに分かれている。しかし、デュアルディスプレイ方式では設定操作を行うたびに、視線が診療用ディスプレイから離れ診断時間が長くなり、患者への負担が大きくなるという問題が生じている。

そこで本稿では、診療時間短縮のために眼科遠隔診療システムのシングルディスプレイ化について検討する。

2. 遠隔眼科診療システムの現状

眼科遠隔診療システムは診療を行う医師側と診療を受ける患者側に分かれている。医師側システムの主な構成要素は次の3つである(図1)：(1) 診療用ディスプレイ、(2) 設定操作作用タッチディスプレイ、(3) 顕微鏡操作ジョイスティック。(1)と(2)のディスプレイを分けるというデュアルディスプレイを使った構成は、診療対象である映像をできるだけ大きく表示して診療したいという眼科医の要望に基づいている。

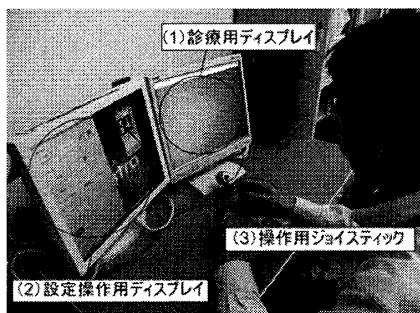


図1 医師側システム

(2) の設定操作作用タッチディスプレイでは主に、通信相手の IP アドレスの設定、スリット光の強さの調整、

Effect of display setup for doctor's terminal in EyeViewRobo
*Ken'ichi Horiuchi *Keita Aido, *Nobuya Koike,
†Kentarō Go, ‡Kenji Kashiwagi, ‡Naohiko Tanabe
*Faculty of Engineering, University of Yamanashi,
†Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering, University of Yamanashi,
‡Faculty of Medicine, University of Yamanashi

診療のための細隙灯顕微鏡についてのカメラの移動速度の調節とその現在位置の表示、診療用ディスプレイのキャプチャとその送信の操作を行っている。

(1) の診療用ディスプレイにはこれらの操作に関する情報はなく、診療する目の映像のみが映し出されている。したがって、設定操作時には診療用ディスプレイから視線がそれてしまう。

このように、遠隔眼科診療システムで診療を行う際には、診療用ディスプレイと設定操作作用タッチディスプレイとの間で視線が行き来し、結果として診療時間が長くなり、結果として患者への負担が増えると考えられる。

そこで、そこに操作作用のインタフェースを配置し、現在のデュアルディスプレイからシングルディスプレイへの転換を図る。

3. 視線追跡装置による診療状況の調査

診療用ディスプレイにおいて実際にはあまり見ていない部分を明らかにするために、視線追跡装置を用いて実際の診療時に診療用ディスプレイで見ている位置を調べる実験を行った。

3.1 実験

被験者に眼科遠隔診療システムを使用した診療を行ってもらい、診療に用いるディスプレイ上での注視点と停留点を計測した。被験者は遠隔診療システムの操作経験がある眼科医1名である。

眼科遠隔ロボットの性能を評価するために眼科遠隔ロボット検出能力実験評価表を用意した。ここでは、診療内容として結膜と角膜、前房、虹彩、瞳孔、水晶体、前部水晶体に関して評価を行う。なお、停留点に着目するのは、視線が停留している間は注視点付近から視覚情報を取得して、認知処理に用いられるからである。そのため、停留点が人の認知処理を理解するうえで重要な手がかりとなるからである[2]。

実際に行った診療タスクは以下の通りである。

- ① 眼科遠隔ロボット検出能力実験評価表をもとに診療を行う。
- ② 診療が終了したら眼科遠隔ロボット検出能力実験評価表に結果を記入する。
- ③ ①②を10回繰り返す。

3.2 実験結果

実験結果として1回目の実験によるアイマーク(視線の軌跡)を図2に示す。他の9回の実験結果も1回目とほぼ同様の結果となり、アイマークがディスプレイの中心より下の部分に集中していた。また、視線の軌跡が極端に左側によることがあったが、それは設定操作を行う際に視線が設定操作作用ディスプレイに移動したためだと考えられる。

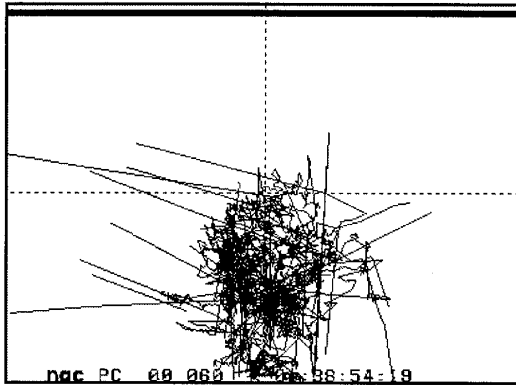


図 2 アイマーク (視線の軌跡)

また、10 回の実験の停留点時間の平均値をとったものを図 3 に示す。ここでは、アイマークが一定時間以上一定範囲に収まっている場合、その範囲にあるアイマークの集合を 1 つの停留点としている。

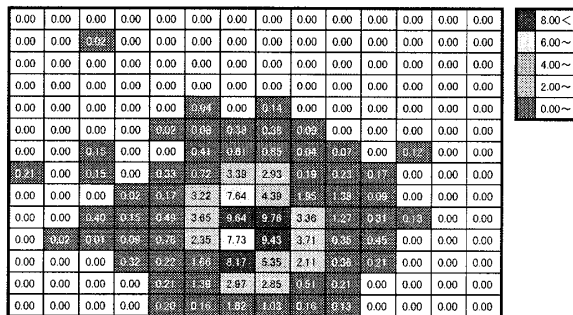


図 3 停留点時間の平均値

図 3 より、上側 28.6%と左端 14.3%、右端 14.3%の領域には、ほとんど視線が停留していないことがわかった。

4. 細隙灯顕微鏡での操作状況

実際の診療においてスリット光などを調節する際どのように操作を行っているかを調べるために、従来型の細隙灯顕微鏡の使用状況を調査した。

4.1 調査

眼科医 1 名に細隙灯顕微鏡を使用した診療を行ってもらい、その様子を 1/10 サンプリング法で分析する。分析用に、2 つの観察項目とそれぞれに対応した行動カテゴリを作成した。作成した観察項目 (行動カテゴリ) は、視点 (顕微鏡, その他), 操作内容 (スリット光操作, ジョイスティック操作, 倍率操作, 画面キャプチャ操作, その他) である。実験タスクは 3.1 節と同様とし、眼科医は眼科遠隔ロボット検出能力実験評価表をもとに診療を行い、その結果を記入する作業を 10 回行った。

4.2 結果

従来型の細隙灯顕微鏡を用いた診療中の、行動の時系列的変化を図 4 に示す。図 4 は、ある 1 回分の診療 (56 秒)、横軸を時間軸として全体を示したものである。ここでは、各観察項目に対して 2 秒間の観察単位のなかで観察された行動カテゴリに色をつけている。他の 9 回の実験結果もほぼ同様の結果となり (平均 60.4 秒, 標準偏差 21.6), ほとんどの操作を顕微鏡をのぞき込んだまま

手探りでを行い、視線を顕微鏡から外すのは画面キャプチャに関する操作を行うときだけであった。

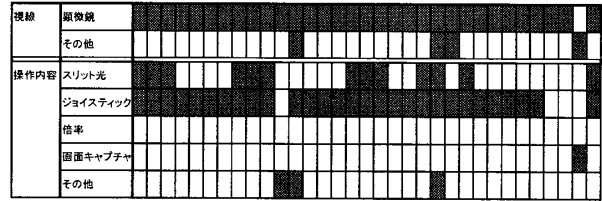


図 4 作業内容の時系列的変化

5. 考察

第 3 節の実験結果から、眼科医は画面の上側と右端、左端の部分を注視していないことが示された。これは、画面の中心に見たい部分を移動させて診療しているからである。そこで、画面の上側と右端、左端に設定操作の視覚フィードバックを必要なタイミング (ジョイスティックで設定操作を行い、その操作が行われた時のみ一時的に視覚的フィードバックを表示するなど) で診療に影響がでない程度に表示することで、現在のデュアルディスプレイ方式からシングルディスプレイ方式へ転換できることがわかった。

また、第 4 節の調査結果から、従来の細隙灯顕微鏡では、スリット光の調節などの操作は顕微鏡をのぞき込んだままで行っており、ほとんどの機器操作は操作対象を見ずに行っていることがわかった。この結果より、眼科遠隔診療システムをシングルディスプレイ化することで従来の細隙灯顕微鏡と同様の視線をあまり移動させない診療が可能となり、眼科遠隔診療システムの診療高速化ができると考えられる。

6. おわりに

本稿では、眼科遠隔診療システムにおいて診療時間を短縮することを目的に、眼科遠隔診療システムと細隙灯顕微鏡に関する実験、調査を行った。その結果、眼科遠隔診療システムの診療用ディスプレイの上側と右側、左側に視覚フィードバックを表示しても構わないことがわかった。また、従来の細隙灯顕微鏡では医師はほとんどの操作を操作対象を見ずに行っていることがわかった。

今後は、診療用ディスプレイの上側と右端の部分に設定操作の視覚的フィードバックを配置したシングルディスプレイ方式での眼科遠隔診療システムを開発する。そして、従来のデュアルディスプレイ方式での診療時間との比較実験を行う予定である。

謝辞

本研究は総務省戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE) の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] Kentaro Go, Yuki Ito, and Kenji Kashiwagi. Interaction design of a remote clinical robot for ophthalmology, LNCS 4557, pp.840-849, Springer-Verlag, 2007.
- [2] 大野健彦, 視線から何がわかるか-視線測定に基づく高次認知処理の解明, 「認知科学」 Vol, 9, No, 4, pp. 565-576, 2002.